



TITLE:

# 彩色文化財の内部構造を可視化するためのテラヘルツ波イメージング法の応用研究( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

金, 旻貞

---

CITATION:

金, 旻貞. 彩色文化財の内部構造を可視化するためのテラヘルツ波イメージング法の応用研究. 京都大学, 2018, 博士(人間・環境学)

ISSUE DATE:

2018-03-26

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21173>

RIGHT:

京都大学	博士（人間・環境学）	氏名	金 旻貞
論文題目	彩色文化財の内部構造を可視化するためのテラヘルツ波イメージング法の応用研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>近年、安定した光源を確保できるようになったテラヘルツ波は、様々な分野においてその応用が図られている電磁波である。彩色文化財の構造的な劣化については、従来、目視と修理技術者の勘と経験により診断されてきた。本論文は、このテラヘルツ波を用いたイメージング技術に着目し、テラヘルツ波に対する種々の材料の吸収および反射の特性について基礎研究をおこなった上で、実際の彩色文化財に対する実践的な調査をおこなうことにより、彩色文化財の内部構造の可視化にテラヘルツ波イメージングを応用できるようにすることを目的としたものである。</p> <p>第1章では、彩色文化財の概念、彩色文化財の保存ならびに修復方針に関する歴史的背景について概観した後、従来の彩色文化財の診断調査法の現状と課題を整理し、彩色文化財の保存修理をより進展させるためには彩色層を含む彩色文化財の内部構造を可視化することの必要性を述べている。その上でテラヘルツ波を用いた文化財の診断調査に関する先行研究を整理し、彩色文化財の内部構造を可視化するための方法としてテラヘルツ波イメージングを応用するために解決すべき三つの課題について論じている。その一つは彩色文化財に用いられている種々の材料に対するテラヘルツ波の吸収と反射に関する基礎データを蓄積することであり、もう一つは劣化を生じた彩色文化財の内部構造がテラヘルツ波イメージングによりどのように描出されるかを明らかにすることである。最後の一つは、これら二つのデータを基に、実際の彩色文化財に対してテラヘルツ波イメージング法による内部構造の可視化に実践的に取り組み、その応用性の検証をおこなうことである。</p> <p>第2章では、彩色文化財に用いられている種々の材料に対してテラヘルツ波分光分析をおこない、それらの標準吸収スペクトルを取得することで、種々の材料のテラヘルツ波の吸収と反射に関する基礎データの蓄積をおこなった。彩色文化財の多くは支持体、下地、複数の彩色層からなる重層構造を有している。この彩色文化財の重層構造は材料と塗装技法によって様々である。そこで材料や層構造が既知の標準試料を調製し、それらに対してテラヘルツ波イメージングをおこなうことで、様々な重層構造に対するテラヘルツ波イメージングの標準データを蓄積した。これらの標準データの蓄積により、テラヘルツ波を用いた彩色文化財の内部構造調査に適した測定条件の設定をおこなった。</p> <p>第3章では、人工的に種々の劣化状態を再現した彩色試料に対してテラヘルツ波イメージングをおこない、その結果を内部構造調査方法として確立されているマイクロフォ</p>			

一カスX線CT法との比較をおこなうことで、劣化を生じた彩色文化財の内部構造をテラヘルツ波イメージングではどのように画像化できるかを検討した。その結果、材料のテラヘルツ波の反射率の違いによって深さ方向の精度に誤差が生じること、表層に反射率の高い物質が存在するとその下層の構造は可視化できないこと、同じ物質でも粒度や表面状態によってテラヘルツ波の透過性に差が生じることが明らかとなった。いっぽう、時間領域分光法を用いることである一定の深さにおける二次元画像を取得し、内部の多孔質化や亀裂の分布などを描出できることが明らかとなった。

第2章および第3章で得られた基礎データから、彩色文化財の内部構造を可視化するための方法としてテラヘルツ波イメージングがきわめて有効な方法であることが明らかとなるとともに、その適用限界についても明らかとなった。これらの基礎研究の成果を基に、第4章では実際に2例の彩色文化財に対して種々の電磁波を用いた非破壊調査をおこない、テラヘルツ波イメージングの有効性の検証をおこなった。一つは奈良町で保存されてきた室町時代の作と想定される春日曼荼羅であり、もう一例は智恩寺所蔵紙本金地著色天橋立図屏風である。その結果、テラヘルツ波イメージングにより彩色文化財の修理前の彩色層の劣化状態を十分に可視化できること、修理前と修理後の彩色層の状況を比較することで彩色文化財の修理の効果を確認できることが明らかとなった。

最後に、第5章では、基礎データの蓄積と実践的な調査研究を通して、適用限界はあるもののテラヘルツ波イメージングが彩色文化財の内部構造を可視化する有効な方法であることを総括している。また、彩色文化財の簡便なメンテナンス技術としての可能性や今後の課題についても言及し、さらなるテラヘルツ波イメージングの発展性を述べている。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、近年、安定した光源を得ることが可能となり、様々な分野での応用が進められているテラヘルツ波を彩色文化財の内部構造の可視化技術として応用できるようにすることを目的とするものである。先行研究においては、フレスコ画やテンペラ画の層構造の可視化や色材のテラヘルツ波分光スペクトルの蓄積などがおこなわれてきた。しかしながら、東洋の彩色文化財は、木造建造物の塗装彩色、壁画、屏風絵などの表具に描かれた彩色、漆工芸品等、バラエティに富み、その構造也多岐にわたっている。本論文はこのような多様性の高い東洋の彩色文化財の内部構造を可視化するために、テラヘルツ波に対する種々の材料の吸収および反射の特性に関する基礎研究、ならびに基礎データを基にした実際の彩色文化財に対する実践的な調査を通し、テラヘルツ波イメージングを応用できるようにしたことに特色がある。彩色文化財の構造的な欠陥については、従来、目視と修理技術者の勘と経験により診断されてきたが、テラヘルツ波イメージングにより客観的な物理情報として可視化できるようにしたことは、彩色文化財の保存修理と修理後の定期的な診断調査に大きく貢献をするものである。

テラヘルツ波を彩色文化財の内部構造の可視化に応用するための研究において本論文が達成した評価されるべき学問的意義は、以下の三点に集約できる。

第一に、彩色文化財に用いられている種々の材料に対してテラヘルツ波分光分析をおこない、それらの標準吸収スペクトルを取得することで、種々の材料のテラヘルツ波の吸収と反射に関する基礎データの蓄積をおこなったことである。材料および塗装技法に多様性のある彩色文化財に対して得られたテラヘルツ波イメージングデータを解釈するためには、個々の材料のテラヘルツ波の吸収および反射特性を把握しておくことが重要である。さらに、材料や層構造が既知の標準試料を調製し、それらに対してテラヘルツ波イメージングをおこなうことで、様々な重層構造をもつ彩色文化財に対するテラヘルツ波イメージングの標準データを蓄積したことも評価できる。これらの標準データの蓄積により、テラヘルツ波を用いた彩色文化財の内部構造調査に適した測定条件の設定をおこなうことが可能となった。

第二に、種々の劣化状態を人工的に再現した彩色試料に対してテラヘルツ波イメージングをおこない、その結果をマイクロフォーカスX線CT法と比較することで、劣化を生じた彩色文化財の内部構造をテラヘルツ波イメージングによりどのように画像化できるかを検証したことである。材料のテラヘルツ波の反射率の違いによって深さ方向の精度に誤差が生じること、表層に反射率の高い物質が存在するとその下層の構造は可視化できないこと、同じ物質でも粒度や表面状態によってテラヘルツ波の透過性に差が生じることが明らかとなり、テラヘルツ波の適用限界に関する知見を得たこ

とは重要な成果である。いっぽう、時間領域分光法を用いることである一定の深さにおける二次元画像を取得し、内部の多孔質化や亀裂の分布などを正確に描出できることも明らかにした。

第三に、基礎研究の成果を基に、掛軸と屏風絵という東洋の彩色文化財に対して種々の電磁波を用いた総合的な非破壊調査をおこなう中で、テラヘルツ波イメージングの有効性の検証をおこなったことである。テラヘルツ波イメージングにより彩色文化財の修理前の彩色層の劣化状態を十分に可視化できること、修理前と修理後の彩色層の状況を比較することで彩色文化財の修理の効果を確認できることが明らかとなった。

以上より、本論文は、彩色文化財のテラヘルツ波イメージングに関する基礎データと実践的な研究を通して、この技術が彩色文化財の内部構造の可視化に応用できることを示しただけでなく、劣化状態や修理前後の彩色層のイメージングを可能とした。さらに、本研究を通じて、彩色文化財の簡便かつ非破壊非接触のメンテナンス技術として適用できるようにしたことは大きく評価できる。

よって、本論文は博士（人間・環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成30年1月19日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降